VC302 嵌入式视频捕捉卡

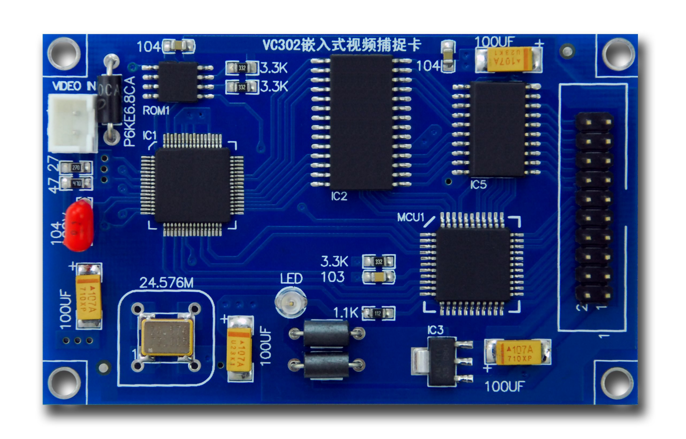
用
户
手
册

武汉万德数码技术有限公司

二〇〇二年九月

目　　录

说明：
⑴本文初稿时间：2002 年 9 月。最后一次更新时间：2008 年 5 月。
⑵本文中所使用的数字，未特别说明的均为 10 进制表示，数字前加“0x”前缀的为 16 进制表示。
⑶本文假定读者已具备视频相关的基本知识，否则请先到我公司网站 http://www.wondur.com 下载《数字视频基本知识探讨》，其中讲述了模拟视频信号的结构、数字视频流的结构、BMP 文件格式、彩色空间转换、以及怎样构造 BMP 文件等。



1. 主要特性

◆输入 PAL 制式彩色复合视频信号，或 50Hz 黑白视频信号。
◆数据接口为 8 位并行总线，含中断信号输出。I/O 电压为 3.3V，可承受 5V 电压输入。
◆支持 4 种输出图像格式：320x240 黑白、320x240 彩色、640x240 彩色、640x480 黑白。
◆内含 3M 位 FIFO 帧存储器。
◆仅含 4 个寄存器，操作简便。
◆每次捕捉并缓存 1 帧，支持最高 25 帧/秒捕捉速度。
◆电路板尺寸 80x50mm。
◆提供电源电压为 5V 和 3.3V 的两种版本。
◆提供了完整的静止和活动图像采集方案。

2. 应用领域

可以方便地与单片机、ARM、DSP、PC104 总线等连接。适用于视频监控、机器人视觉、模式识别、智能仪表、医疗仪器等领域。

3. 技术特点

VC302 可以适应多种应用。VC302 支持最高 25 帧/秒的捕捉速度、数据接口的数据建立时间仅 25ns、支持 3.3V 的电源和 I/O 电压，这些特性适应由高速 DSP 或 ARM 处理器构成的实时图像处理系统的需要。另一方面，它又支持 5V 的电源电压，数据接口可以直接与 5V 系统连接，FIFO 存储器的容量足以缓存整帧图像，可以在捕捉完成后空闲下来，由主机慢慢读取数据，这些特性又能够适应常见的 89C51 等低速处理器的需要。通过简单的地址译码电路，VC302 还可以与 PC104 总线连接。

VC302 采用 FIFO 式帧存储器，在内部进行捕捉的同时，主机就可以开始读取已捕捉的数据，而不必等待一帧全部捕捉完成。VC302 具备中断信号输出。这些特性可以提高主机的处理效率。

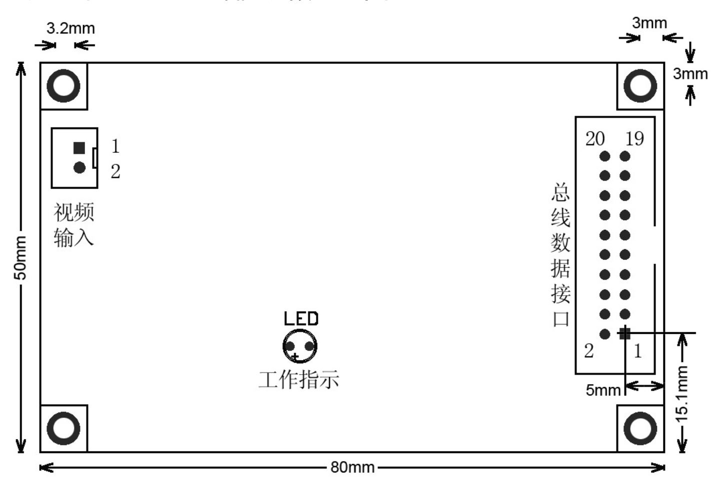
VC302 具有 3 个片选信号，在简单的应用系统中，可以不必使用额外的地址译码电路，而直接使用这 3 个片选信号进行地址译码。

VC302 支持 4 种输出图像格式。“320x240 黑白”和“320x240 彩色”格式的数据量较小，“640x240 彩色”和“640x480 黑白”格式具有更高的分辨率。

VC302 采用了表面贴装工艺，其电路板尺寸仅 80x50mm，适应嵌入式系统的需要。

4. 机械尺寸及引脚功能

VC302 的机械尺寸、接口位置、引脚排列请见下图。



VC302 的接口引脚功能请见下表：

视频输入接口			
引脚号	名称	状态	功能
1	VGND	输入	视频信号地
2	VIN	输入	视频信号
总线数据接口			
引脚号	名称	状态	功能
1	GND	电源输入	电源负极
2			
3	VDD	电源输入	电源正极
4			
5	INT	输出	中断信号
6	$\overline{RD}$	输入	读（低电平有效）
7	$\overline{WR}$	输入	写（低电平有效）
8	A0	输入	地址总线
9	A1	输入	地址总线
10	$\overline{CE0}$	输入	片选 0（低电平有效）
11	$\overline{CE1}$	输入	片选 1（低电平有效）
12	CE2	输入	片选 2
13	D7	输入/输出/高阻	数据总线
14	D6		
15	D5		
16	D4		
17	D3		
18	D2		
19	D1		
20	D0		

工作指示 LED 指示 VC302 的工作状态。当 VC302 空闲时，LED 点亮。当 VC302 内部捕捉图像时，LED 熄灭。LED 以约 2 秒的周期闪烁，表示检测到内部硬件故障，请与我公司联系维修。

5.功能描述

5.1 视频输入接口

视频输入接口的电特性请见下表：

项目	最小值	典型值	最大值
输入阻抗		75Ω	
输入电容	10PF	15PF	20PF
信号幅值	0.42 Vpp	1Vpp	1.68 Vpp

从视频输入接口输入 PAL 制式彩色复合视频信号，或 50Hz 黑白视频信号。在输入彩色复合视频信号时，可以使用黑白模式，从而得到黑白图像。

注意：视频信号地与电源负极在 VC302 内部是连接在一起的。为了防止共地干扰，在 VC302 以外，应尽量避免视频信号地与电源负极再次连接，如果实在无法避免，那么视频信号地与电源负极应只相连于一点，并且这一点与 VC302 之间的连线应尽量短。

5.2 数据接口

VC302 的内部电源电压为 3.3V，当输入电源电压为 5V 时，由内部的稳压器将其变换为 3.3V。因此，数据接口总是工作于 3.3V 电压下。

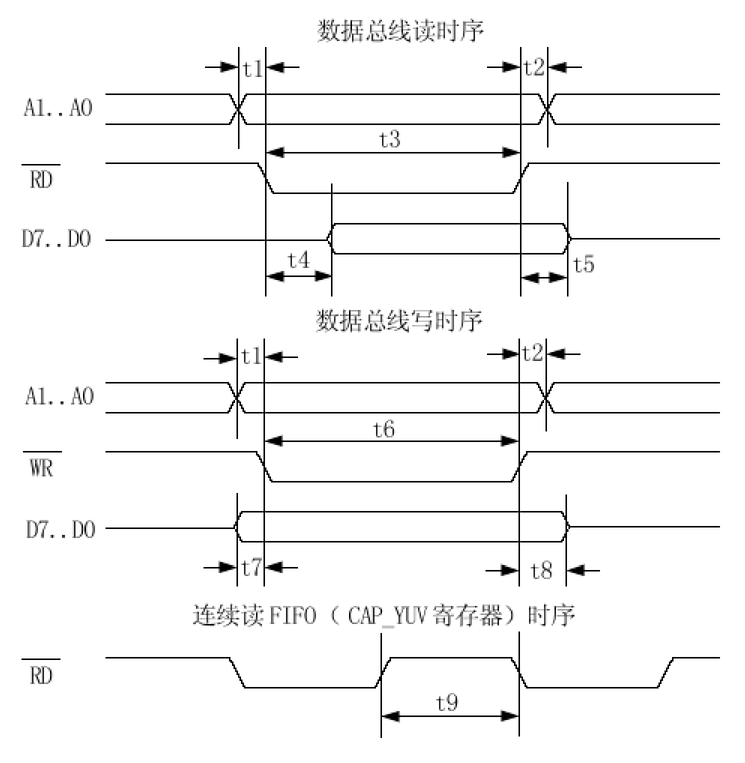
数据接口的 I/O 口电压为 3.3V，但可以承受 5V 输入，输出电压与 5V TTL 或 CMOS 电平兼容。数据接口可以直接与 5V TTL 或 CMOS 电路相连。

VC302 的数据接口是标准的 8 位并行总线，对其操作的方法与读写静态随机存储器（SRAM）类似。

数据接口直流特性请见下表。

项目	最小值	典型值	最大值
电源			
电源电压（5V 版本）	4.2V	5V	6V
电源电压（3.3V 版本）	3.2V	3.3V	3.4V
电源电流		230mA	
电源纹波			80mV
输入			
低电平电压	-0.5V		0.8V
高电平电压	2V		5.25V
电容		10PF	
输出			
低电平电压			0.4V
高电平电压	2.4V		
负载电容		15PF	

数据接口总线时序请见下图。



时序说明请见下表。

名称	说　　明	最小值	典型值	最大值	单位
t1	地址有效到写脉冲下降沿或读脉冲下降沿的时间	5			ns
t2	写脉冲上升沿或读脉冲上升沿到地址无效的时间	5			ns
t3	读脉冲宽度	30			ns
t4	读周期数据建立时间			25	ns
t5	读周期数据保持时间		10		ns
t6	写脉冲宽度	12			ns
t7	写周期数据建立时间	7			ns
t8	写周期数据保持时间	3			ns
t9	连续 2 次读 FIFO（CAP_YUV 寄存器）时读脉冲之间的间隔	80			ns

对于总线时序，需要特别注意的是：两次连续的读 FIFO（就是读 CAP_YUV 寄存器）之间的间隔应大于 80ns。对于低速单片机（比如 51 系列、96 系列）、中速单片机（比如 AVR 系列）、PC104 总线等，由于速度慢，可以不必考虑时序问题。但对于高速的 DSP 处理器，则必须仔细计算总线之间的时序配合，必要的时候要插入总线等待周期。

5.3 寄存器

5.3.1 寄存器寻址

信号真值表（“X”表示不确定值或任意值，下同）：

CE2	$\overline{CE1}$	$\overline{CE0}$	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	D7..D0 数据总线状态
1	0	0	0	0	高阻
1	0	0	0	1	输出
1	0	0	1	0	输入
1	0	0	1	1	高阻
其它			X	X	高阻

寄存器寻址表：

$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	A0	A1	寻址的寄存器	属性
1	0	0	0	CAP_CTL	只写
1	0	1	1	CAP_MODE	只写
0	1	0	0	CAP_YUV	只读
0	1	1	1	CAP_STU	只读
X	X	其它		保留	

从上表可以看出，地址信号 A0 与 A1 的值总是相同的，因此主机可以只用一根地址线同时驱动 A0 和 A1。VC302 在设计上之所以没有把这两个地址线合并，是为了与 VC301 嵌入式视频捕捉卡的接口保持兼容。

5.3.2 寄存器描述

寄存器位定义请见下表：

名称 位	CAP_CTL 控制寄存器	CAP_MODE 模式寄存器	CAP_YUV 像素数据寄存器	CAP_STU 状态寄存器
D7	X	X	YUV7	X
D6	X	X	YUV6	X
D5	X	X	YUV5	X
D4	X	X	YUV4	X
D3	X	X	YUV3	X
D2	X	X	YUV2	CAP_FINISH480
D1	X	MODE1	YUV1	CAP_FINISH240
D0	X	MODE0	YUV0	CAP_FINISH10

CAP_CTL(控制寄存器)：主机对此寄存器写入任意值可以启动一次捕捉过程。此寄存器是一个虚拟寄存器，主机对此寄存器执行写操作时，VC302 内部将产生 CAP_START 脉冲，以启动一次捕捉过程。

CAP_MODE(模式寄存器)：主机通过写此寄存器来选择输出图像格式。请见下表：

模式	MODE1	MODE0	输出图像格式
0	0	0	320x240 黑白
1	0	1	320x240 彩色
2	1	0	640x240 彩色
3	1	1	640x480 黑白

CAP_YUV（像素数据寄存器）：主机通过读此寄存器来获取图像数据。

CAP_STU（状态寄存器）：主机通过读此寄存器来获知捕捉过程的进度信息。请见下表：

位	说　　明
CAP_FINISH10	在 CAP_START 脉冲上升沿清 0。 第 10 行像素数据写入 FIFO 存储器后置 1。
CAP_FINISH240	在 CAP_START 脉冲上升沿清 0。 第 240 行像素数据写入 FIFO 存储器后置 1。
CAP_FINISH480	在 CAP_START 脉冲上升沿清 0。 第 480 行像素数据写入 FIFO 存储器后置 1。

对于模式 0、1、2，共捕捉 240 行，因此 CAP_FINISH240=1 时，表明捕捉完成。而对于模式 3，共捕捉 480 行，CAP_FINISH240=1 时表明已捕捉完一场，CAP_FINISH480=1 时，表明已捕捉完两场，捕捉完成。

5.4 中断信号

中断信号 INT 是 CAP_STU 寄存器的 CAP_FINISH10 位反相后的输出。

通常可将 INT 连接到微控制器（MCU）的中断输入引脚，并设定为下降沿触发方式，中断触发表示已捕捉完成 10 行图像，主机可以开始读取图像数据。

5.5 操作描述

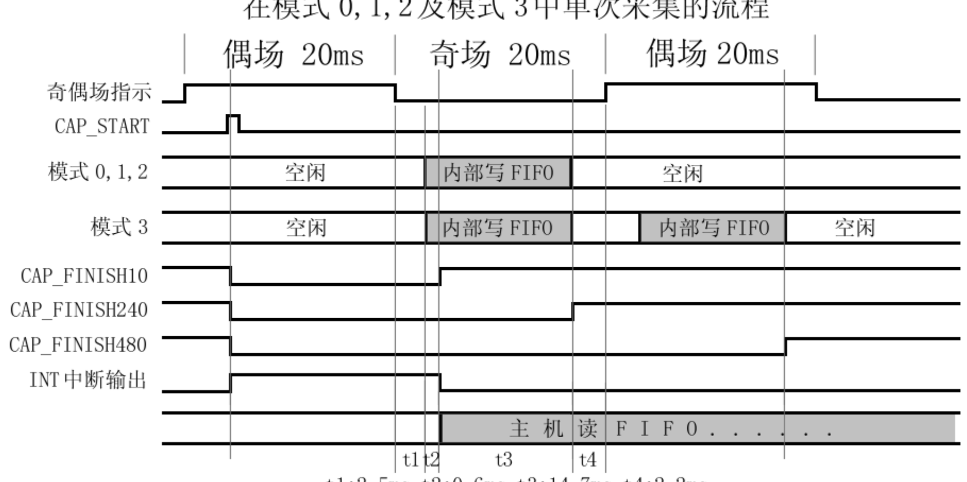
VC302 在设计上充分考虑了易用性，隐藏了繁杂的视频处理细节，以降低二次开发的难度。

5.5.1 初始化

VC302 在电源上电后内部有一个复位和初始化过程，从电源上电到初始化完成的时间约为 700ms，在此期间，主机不应对其进行读写操作。

5.5.2 单帧捕捉

要实现一次捕捉过程，主机应首先写 CAP_MODE 寄存器，以选择图像格式，然后写 CAP_CTL 寄存器，以启动捕捉。随后主机可查询 CAP_STU 寄存器的 CAP_FINISH10 位，或者等待 INT 引脚上的中断。当 CAP_FINISH10 位=1 或中断触发时，说明 FIFO 存储器中已存放了 10 行像素数据，此后主机可以开始读 CAP_YUV 寄存器来取得图像数据。



主机可以在任何时候写 CAP_MODE 和 CAP_CTL 寄存器。如果一次捕捉过程尚未完成，而主机又写了 CAP_CTL 寄存器，则这次捕捉过程被立即中止，并重新启动一次新的捕捉过程。在捕捉过程中不要修改 CAP_MODE 寄存器的值。

如上图所示，内部写 FIFO 的时间开始于奇场的 2.5ms 处，紧接着再经过 0.6ms 写完第 10 行，CAP_FINISH10 置 1。在一场中，内部写 FIFO 过程（共写入 240 行）的总时间是 15.3ms。内部写 FIFO 完成后 2.2ms 奇场结束。对于模式 3，还要在偶场中重复一次这样的过程。

为了得到正确的数据，主机必须等 CAP_FINISH10 置 1 后才能读取 CAP_YUV 寄存器（实际上就是读取 FIFO)，主机可以在 CAP_FINISH10 置 1 后的任何时候（比如 CAP_FINISH240 置 1 后 或 CAP_FINISH480 置 1 后或更晚）读取 FIFO。FIFO 存储器中缓存了整帧图像数据，除非被主机读走，否则就一直存在，因此主机读 FIFO 的时间长短没有限制。

在读取数据的过程中须避免 FIFO“下溢”。如果主机在 CAP_FINISH10 置 1 后立即开始读取 FIFO 数据，这时 VC302 内部写 FIFO 的过程也在同时进行，如果主机读 FIFO 的速度比内部写 FIFO 的速度快，那么 FIFO 可能被读空。以模式 1 为例，图像总数据量为 320x240x2=153600 字节，内部写 FIFO 时间约 15.3ms，因此写 FIFO 的平均速度为：15.3ms/153600 字节=99ns/字节，主机应保证在内部写 FIFO 期间读 FIFO 的平均速度小于 99ns/字节。对于其它模式，读者可做类似计算。如果主机的速度较慢，比如 24M 主频的 89C51 两次读的间隔至少为 500ns，FIFO 不可能被读空，可以不必考虑这个问题。

5.5.3 连续捕捉

VC302 的连续捕捉实际上就是连续的单帧捕捉。

对于模式 0、1、2，当达到最高捕捉速度 25 帧/秒时，每个捕捉循环的周期为 40ms。在 CAP_FINISH10 置 1 后，主机可以开始读取数据，在 CAP_FINISH10 置 1 后约经过 37.5ms，下一个需捕捉的奇场来临，主机必须在这个奇场来临前启动新的捕捉过程，否则将错过这一场。

对于模式 3，当达到最高捕捉速度 25 帧/秒时，从内部写 FIFO 完成到下一次捕捉开始之间的间隔时间仅 2.2ms，一般来说主机难以在这么短的时间内读取和处理完数据，因此模式 3 实用的最大捕捉速度是 12.5 帧/秒，此时每个捕捉循环的周期为 80ms。在 CAP_FINISH10 置 1 后约经过 77.5ms，下一个需捕捉的奇场来临，主机必须在这个奇场来临前启动新的捕捉过程。

下图示意了不同模式下连续捕捉的流程。



5.5.4 输出数据结构

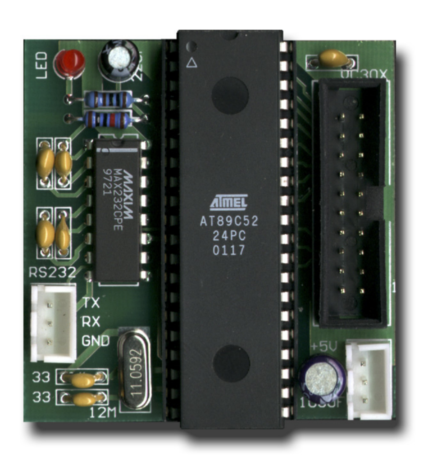
对于模式 0 和模式 3，捕捉的图像是黑白图像，仅含一个亮度分量 Y，描述每个像素只需要 1 个字节。对于模式 0，总的数据量是：320x240=76800 字节，主机读 FIFO 时首先读得的是图像的第 1 行的第 1 个像素（最上边的一行的最左边的像素），然后读得的是第 1 行的第 2 个像素，如此类推，图像数据按照从左到右、从上到下的顺序依次输出。对于模式 3，总的数据量是：640x480=307200 字节，由于采用两场拼合的方式，首先读得的是图像中的奇数行的数据，然后是偶数行。即：首先输出第 1、3、5...439 行的数据，紧接着是第 2、4、6......480 行的数据，每行 640 个字节。由于模式 3 实际上连续捕捉了 2 场，所以如果只读取 640x240=153600 字节数据，那么得到的就是一帧像素分辨率为 640x240 的黑白图象。

对于模式 1 和模式 2，捕捉的图像是彩色图像，除亮度分量 Y 外，还有色度分量 U、V。图像格式遵循 YUV422 标准，U 或 V 分量的水平采样率是 Y 分量的 1/2，描述每个像素平均需要 2 个字节。对于模式 1，总的数据量为：320x240x2=153600 字节，主机首先读得第一行的数据。每行共 320 像素，640 字节，在一行中数据输出的顺序为：U0、Y0、V0、Y1，U1、Y2、V1、Y3......U_n、Y_{2n}、V_n、Y_{2n+1}......U159、Y318、V159、Y319,如此类推。对于模式 2，总的数据量为：640x240x2=307200 字节，主机首先读得第一行的数据。每行共 640 像素，1280 字节，在一行中数据输出的顺序为(注意与模式 1 不同)：Y0、U0、Y1、V0，Y2、U1、Y3、V1......Y_{2n}、U_n、Y_{2n+1}、V_n......Y638、U319、Y639、V319,如此类推。

关于怎样将 YUV 像素数据转换为计算机可识别的 BMP 图像文件，请见《数字视频基本知识探讨》。

6. 应用指南

6.1 评估板



考虑到视频应用的复杂性，为了帮助用户在 VC302 的基础上尽快地开发出自己的产品，我公司提供了基于 89C52 单片机的评估板，包括评估板电路原理图、PCB 图、51 单片机汇编源代码、上位机程序 VB 源代码。以作为硬件接口设计和软件编程的参考。

评估板实物如图所示。评估板的总线接口直接连接到 VC302，电源接口接 5V/400mA 电源，串口连接到上位机的串口。

评估板通电后处于空闲状态，当接收到上位机通过串口发来的命令后，就操作 VC302 捕捉图像，并将得到的图像通过串口传回给上位机。评估板主频为 22.1184MHz，串口波特率为 115200bps，捕捉并传输一帧 320x240 彩色图像约需 15 秒时间。详细的程序说明请参见单片机源代码。

上位机程序界面请见下图。



6.2 使用注意事项

在高速应用时,为了减少信号在线路上的延迟，应尽量缩短主机与 VC302 之间的连线长度。

请仔细地检查电源极性及电压，如果电源极性接反或电压过高，可能导致不可恢复的硬件损坏。

VC302 有 3.3V 电源电压和 5V 电源电压两种版本，如果订货时不特别申明，则提供的是 5V 版本。

武汉万德数码技术有限公司
电 话：(027)88038889
传 真：(027)88020289
网 址：www.wondur.com
电子邮件:sale@wondur.com